

ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАНИЯ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ, РАБОТАЮЩЕЙ НА ПРИНЦИПЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ИЗБЫТОЧНОЙ ЭНЕРГИИ РОТОРА

Измерение угла

Сумма внутренних углов любой пары генераторов и угла передачи (связи), соединяющей эти генераторы, является углом между ЭДС этих генераторов (если пользоваться позиционной моделью). Угол между векторами ЭДС генераторов однозначно характеризует их статическую устойчивость. Вследствие этого углы между ЭДС генераторов можно использовать в целях управления ЭЭС, а именно, для контроля устойчивости работы системы (как на уровне диспетчерского управления, так и на уровне противоаварийной автоматики).

Системы измерения углов передачи являются промышленно выпускаемым продуктом; высокая точность спутниковых систем синхронизации позволяет производить измерения угла передачи с точностью до 0.02 градусов (примером может служить система Inform Wide Area Monitoring PSG 850, предлагаемая фирмой ABB). Для измерения внутреннего угла генератора можно использовать оптические датчики угла поворота ротора.

Однако система Inform Wide Area Monitoring PSG 850 предназначена только для мониторинга и помощи диспетчеру, они не предполагают возможности выдачи УВ.

Сочетание современных технологий распределенных измерений с алгоритмами оценки устойчивости электрической системы позволяет создавать противоаварийную автоматику нового типа, контролирующую взаимные углы генераторов. Такая автоматика сможет более точно определять ситуации угрозы потери статической устойчивости, т.к. в ней контролируется угол - параметр, прямо влияющий на устойчивость.

Измерение угла дает возможность создания автоматики контроля динамической устойчивости, что в перспективе позволит бороться с каскадным развитием аварий.

On-line анализ динамической устойчивости

Разность измеренных мощностей исходного (доаварийного установившегося) и текущего режимов дает возможность судить о избыточном моменте на валу (если пренебречь изменением момента турбины). Изменение угла (разность между двумя соседними измерениями) за интервал времени между измерениями даст текущую избыточную скорость ротора. По избыточному моменту и избыточной скорости можно вычислить взаимные углы генераторов в любой последующий момент времени (применив методы численного интегрирования уравнения движения ротора).

Система контроля динамической устойчивости должна:

- 1) запуститься по факту обнаружения возмущения в системе;

- 2) получать исходные данные с контролируемого объекта (как текущего, так и доаварийного режимов);
- 3) оценивать динамическую устойчивость текущего режима с заданным упреждением;
- 4) обрабатывать алгоритмы определения и выдачи управляющих воздействий в случае обнаружения угрозы нарушения устойчивости.

Алгоритмы определения управляющих воздействий должны:

- 1) выявить группу управляющих воздействий, приемлемых для ликвидации данного нарушения устойчивости;
- 2) вычислить последствия применения каждого из воздействий данной группы и выбрать оптимальное управляющее воздействие.

Ввиду высокой частоты необходимого опроса, для отслеживания динамического процесса, нецелесообразно держать алгоритм оценки динамической устойчивости запущенным постоянно, в первую очередь, из-за загрузки сети передачи данных ненужными в нормальных режимах измерениями. Поэтому необходимо обеспечить запуск алгоритма оценки динамической устойчивости по факту нарушения нормального режима, т.е. по факту запуска устройств РЗ, внепланового отключения блоков электростанций, превышения предела по статической устойчивости и т.д.

Система сможет отреагировать на возмущение, если время упреждения больше цикла работы системы (интервала времени от запуска системы до исполнения УВ). Скорость реакции системы будет зависеть, главным образом, от двух задержек: задержки при передаче исходных данных; задержки при передаче УВ и задержки при расчетах. В таких условиях особые требования предъявляются к сети передачи данных.

Проблему задержек при вычислениях можно решить путем увеличения вычислительной мощности и глубокого распараллеливания на этапе выбора управляющих воздействий. Кроме того, для расчета необходимо иметь набор эквивалентированных схем для всех режимов контролируемой сети.

Нормирование времени обработки и передачи данных

Для того чтобы УВ дало ожидаемый эффект, необходимо, чтобы расчетное и реальное время исполнения УВ совпадали. Чтобы обеспечить такое совпадение, необходимо учесть время доставки исходных данных, время расчета, время передачи и исполнения УВ. Время доставки исходных данных можно учесть при расчете, используя метки времени измерений, при условии, что все устройства сети засинхронизированы с должной точностью. Время исполнения УВ можно считать паспортными данными элементов. Время доставки УВ и время расчета возможно учесть в момент расчета, только если они известны заранее, т.е. нормированы.

Нормировать время доставки УВ можно за счет использования выделенных каналов связи и (или) сетевых технологий, поддерживающих приоритезацию пакетов (quality of services).

Проблему нормирования задержки в методе численного интегрирования уравнения движения ротора можно решить путем ограничения времени упреж-

дения, т.е. расчет ведется на заданное число шагов с постоянным шагом интегрирования. В этом случае время расчета можно считать постоянным.